

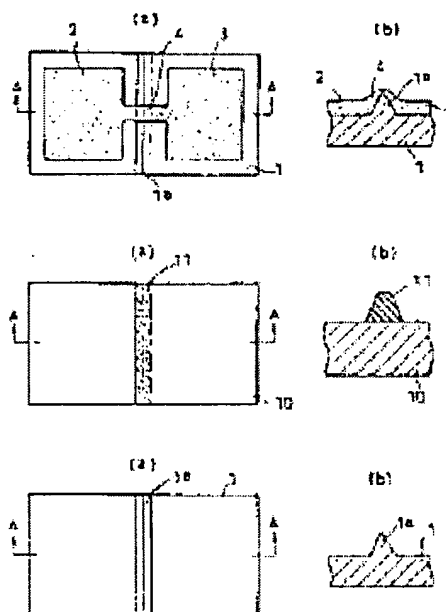
**WEDGE-SHAPED JOSEPHSON JUNCTION DEVICE**

**Patent number:** JP3283679  
**Publication date:** 1991-12-13  
**Inventor:** KITA JUNICHI  
**Applicant:** SHIMADZU CORP  
**Classification:**  
 - international: H01L39/22  
 - european:  
**Application number:** JP19900085095 19900330  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP3283679**

**PURPOSE:** To make effective length of a junction very short to obtain a Josephson junction device which has good performance even if a high temperature thin superconducting film is used by forming a sharp protrusion on a substrate surface and forming thin superconducting films on both sides of the protrusion as well as joining them by a bridge formed across the protrusion.

**CONSTITUTION:** A thin resist line 11 is formed across a substrate 10 at the center of a substrate 10 surface made of MgO having a (100) surface, Ar ion milling is performed with the line 11 as a mask to etch the substrate 10 surface except the line 11, and a sharp protrusion 1a is left only under the line 11. Then the unnecessary line 11 is removed and a thin superconducting film 3 is adhered to an entire surface of the substrate 10 while the thin film 3 is sharply bitten into a ridge of the protrusion 1a. Then patterning is done with resist applied on the entire surface to be exposed and developed, ion milling is done to make a pattern having a bridge 4 across electrodes 2, 3 and the protrusion 1a. The substrate may be SrTiO<sub>2</sub> and the thin film may be YBCO, Bi or Ti.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-283679

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)12月13日

H 01 L 39/22

Z A A A

7210-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 くさび型ジョセフソン接合素子

⑰ 特 願 平2-85095

⑱ 出 願 平2(1990)3月30日

⑲ 発 明 者 喜 多 純 一 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑳ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

㉑ 代 理 人 弁理士 西 田 新

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

くさび型ジョセフソン接合素子

## 2. 特許請求の範囲

基板表面に鋭角状に突出する突部が形成され、この基板表面には上記突部を挟んで両側に超電導体薄膜が形成されているとともに、その両方の超電導体薄膜が、上記突部を横切るように形成された狭幅の超電導体薄膜からなるブリッジによって相互に接合されてなる、くさび型ジョセフソン接合素子。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明はジョセフソン接合を有する素子に関する。

なお、本発明は、超高感度磁場計測用の SQUID や、超高感度電磁波検出器等、ジョセフソン効果を利用したあらゆるデバイスに応用可能である。

## &lt;従来の技術&gt;

良好な性能のジョセフソン接合を得るためには、そのブリッジ長(弱接合部の長さ)を、理想的には使用するブリッジ材料のコヒーレント長の3~5倍程度にすべきであること、また、この理想的なブリッジ長が得られなくとも、これにできるだけ近づくようにブリッジ長を短くすべきであることが知られている。

Nbを用いたジョセフソン接合において、その理想的なブリッジ長は数百Å程度となる。このような極めて短いブリッジ長を再現性よく得るためには、準平面型のジョセフソン接合が有利である。

準平面型のジョセフソン接合は、平坦な基板表面に形成された超電導薄膜の上面に、絶縁層を介して別の超電導薄膜を積層形成し、上方の超電導薄膜の端面部において、双方の超電導薄膜にまたがるブリッジを形成した構造であり、比較的容易にコントロールできる膜厚寸法によってブリッジ長を決定することができ、平面上の微細加工に頼る平面型のジョセフソン接合に比して極めて有利である。

## 特開平3-283679 (2)

ところで、YBCOに代表される酸化物高温超電導体を用いてジョセフソン接合素子を作る場合、以下に示す理由によって、Nb系等の従来の超電導体を用いた場合のような良好な準平面型のジョセフソン接合を得ることが困難である。

まず、YBCO等の高温超電導薄膜は、一般に不安定で拡散しやすく、良好な状態で積層形成すること自体が容易でない。

また、現在の製膜技術で得られる高温超電導薄膜は、その表面平坦度が100Å程度と悪く、絶縁層を介して相互に積層した場合にピンコンタクトが生じ易い。

更に、酸化物高温超電導体は水に対して劣化しやすい等、加工上の制約があり、Nb系超電導体のように比較的自由に工程を選択することはできない。

このような点に鑑み、本発明者は既に、基板に段差を設け、その上段側および下段側の平面にそれぞれ高温超電導体薄膜を形成するとともに、双方の高温超電導体薄膜を、段差部分を横切る高温

超電導体薄膜のブリッジで接合したジョセフソン接合素子をすでに提案している（特開平1-12185号）。

この提案によれば、超電導薄膜を積層することなく準平面型ジョセフソン接合が得られるので、高温超電導体薄膜を用いても高性能の素子を再現性よく得ることができるとともに、超電導薄膜は一層のみ成膜すれば良いので、製造プロセスが簡素化されるという利点もある。

＜発明が解決しようとする課題＞

ところで、以上の提案のような準平面型のジョセフソン接合素子では、ジョセフソン接合部における超電導体薄膜に対する基板段部のエッジ部のくい込み角度は鋭くても90°となってしまう、普通は鈍角となってしまう。このことは、ジョセフソン接合部の有効長 $l$ をある程度以下には短くできず、ジョセフソン接合特性がある程度以上に改善されないという問題がある。

本発明の目的は、超電導薄膜を積層することなく準平面型ジョセフソン接合が得られ、高温超電

導体薄膜を用いても高性能の素子を再現性よく得ることができるばかりでなく、ジョセフソン接合部の有効長 $l$ をより短くでき、以て良好なジョセフソン接合特性を得ることのできるジョセフソン接合素子を提供することにある。

＜課題を解決するための手段＞

上記の目的を達成するための構成を、実施例に対応する第1図を参照しつつ説明すると、本発明では、基板1の表面に鋭角状に突出する突部1aを形成するとともに、この基板1の表面には突部1aを挟んで両側に超電導体薄膜2および3を形成し、その両方の超電導体薄膜2および3を、突部1aを横切るように形成した狭幅の超電導体薄膜からなるブリッジ4によって相互に接合している。

＜作用＞

超電導体薄膜のブリッジ4は、基板1の表面から突出する突部1aによって鋭角でくい込まれ、ジョセフソン接合部は実質的にこの鋭角状の極めて短い部分に形成され、その有効長 $l$ が前記し

た提案のものよりも短くなる。

＜実施例＞

第1図は本発明実施例の平面図(a)とそのA-A断面の要部拡大図である。

MgO(100)基板1の表面には、その略中央部を横切るように鋭角に突出する突部1aが形成されている。その突部1aを挟んで基板1の表面両側には、YBCO超電導体薄膜2および3が形成されており、これらが電極部を形成している。

両方の超電導体薄膜2と3は、突部1aの上を横切って形成されたブリッジ4によって相互に接合されている。このブリッジ4は電極部を形成する薄膜と同じYBCO超電導体薄膜の幅を狭くしたものである。

ブリッジ4は突部1aの先端の稜線において鋭くくい込まれ、この部分のみが他の部分に比して厚さが極めて薄くなっている。

以上のような本発明実施例によれば、ブリッジ4のうち、突部1aの稜線上の極めて短い部分がジョセフソン接合部となり、その有効長 $l$ は極

## 特開平3-283679 (3)

めて短くなる。

次に以上の本発明実施例の製造方法を説明する。

第2図ないし第3図はその手順の説明図である。

まず、適当な厚さのMgO(100)基板10を用意し、その上面にCMSレジストを塗布して、EB露光によって、第2図(a)に平面図、(b)にそのA-A断面の要部拡大図で示すようにCMSレジストの細線11を形成する。このとき、EB露光条件を調整することによって、レジストの頭が可能な限り尖った形状になるようにする。

次にその基板10の上方から、このCMSレジストの細線11をマスクとしてA<sup>+</sup>イオンミリングを行った後、残ったレジストを除去する。これにより、第3図(a)に平面図、(b)にそのA-A断面の要部拡大図で示すように、鋭角的に尖った突部1aを持つ基板1を得る。

その後、基板1の表面にYBCO超電導体薄膜を一様に形成する。このとき、YBCO超電導体薄膜は突部1aの稜線部において第1図(b)に示したように鋭角的に食い込まれる。その後、その上

面にレジストを塗布して露光と現像によってパターンニングの後、A<sup>+</sup>イオンミリングによってその薄膜を第1図に示すような電極部(2, 3)と突部1aを横切るブリッジ4を持つパターンに微細加工する。

なお、基板1としてはMgO(100)の他、SrTiO<sub>3</sub>(110)、(100)、あるいはYSZ等、使用する超電導体薄膜に悪影響を及ぼさないものなら何でも良い。

また、超電導体薄膜としては、YBCOに限定されず、Bi系、Tl系、あるいはNb、NbTi等の超電導を示す薄膜であれば何でも使用できることは勿論である。

<発明の効果>

以上説明したように、本発明によれば、基板表面に鋭角上に突出する突部を形成して、その突部を挟んで両側に超電導体薄膜を形成するとともに、これらを突部を横切って形成したブリッジによって接合しているので、ブリッジにおけるジョセフソン接合部は実質的に突部の稜線によって食い込

まれた部分によって形成され、その有効長lは極めて短くなる。また、超電導体薄膜は一層のみ製膜すれば良いことと併せて、高温超電導体薄膜を用いても再現性良く安定した高性能のジョセフソン接合素子が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例の平面図(a)およびそのA-A断面の要部拡大図(b)、

第2図および第3図はその製造方法の説明図である。

- 1.....基板
- 1a.....突部
- 2, 3.....超電導体薄膜
- 4.....ブリッジ

特許出願人 株式会社島津製作所  
代 理 人 弁 理 士 西 田 新

